


A2

Piston crank mechanism of reciprocating internal combustion engine

Patent Number: ☐ [EP1180588](#), [A3](#)
Publication date: 2002-02-20
Inventor(s): AOYAMA SHUNICHI (JP); HIYOSHI RYOSUKE (JP)
Applicant(s): NISSAN MOTOR (JP)
Requested Patent: ☐ [JP2002129995](#)
Application Number: EP20010119056 20010807
Priority Number(s): JP20000245448 20000814; JP20000316020 20001017
IPC Classification: F02B75/32
EC Classification: [F02B75/04C](#)
Equivalents: ☐ [US2002026910](#)
Cited Documents: [US3633429](#); [US4517931](#); [DE612405](#); [DE29913107U](#); [JP2000073804](#)

Abstract

A piston crank mechanism of an internal combustion engine includes an upper link connected to a piston, a lower link connected to both the upper link and a crankpin, and a control link through which the lower link is linked to an eccentric cam of a control shaft to restrict the degree of freedom of the lower link. By varying the angular position of the eccentric cam with respect to the control-shaft axis, the center of oscillating motion of the control link varies, thus varying a compression ratio. The center of gravity of the lower link, determined by an equivalent inertia weight obtained by adding weights of connecting pins and weights of the upper-link boss-shaped end and the control-link boss-shaped end connected to the lower link via the respective connecting pins to the lower-link self-weight, is

situated closer to the center of the crankpin. 

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-129995

(P2002-129995A)

(43) 公開日 平成14年5月9日 (2002.5.9)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
F 0 2 D 15/02		F 0 2 D 15/02	C 3 G 0 9 2
F 0 2 B 75/04		F 0 2 B 75/04	3 J 0 3 3
75/32		75/32	A 3 J 0 4 4
77/00		77/00	B
F 1 6 C 3/04		F 1 6 C 3/04	

審査請求 未請求 請求項の数22 O L (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-316020 (P2000-316020)

(22) 出願日 平成12年10月17日 (2000.10.17)

(31) 優先権主張番号 特願2000-245448 (P2000-245448)

(32) 優先日 平成12年8月14日 (2000.8.14)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72) 発明者 日吉 亮介

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産

自動車株式会社内

(72) 発明者 青山 俊一

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産

自動車株式会社内

(74) 代理人 100062199

弁理士 志賀 富士弥 (外3名)

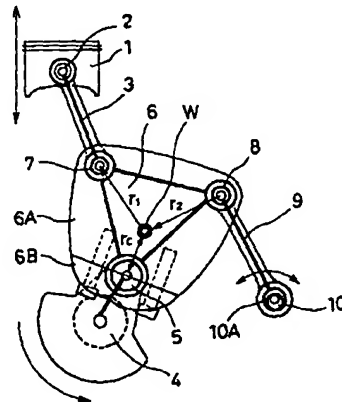
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関のピストンクランク機構

(57) 【要約】

【課題】 複リンク式のピストンクランク機構においてロアリンク6に起因する2次振動成分を低減する。

【解決手段】 ピストン1に連結されたアッパリンク3と、アッパリンク3に連結されるとともに、クランクシャフト4のクランクピン5に連結されたロアリンク6と、ロアリンク6と偏心カム部10Aとを連結してロアリンク6の自由度を規制するコントロールリンク9と、を備える。コントロールシャフト10の回動位置によってピストン1の上死点位置ひいては圧縮比が変化する。ロアリンク6の重心Wは、第1、第2連結ピン7、8までの距離 r_1 、 r_2 よりもクランクピン5の中心までの距離 r_c が小となるように、設定される。望ましくは、クランクピン5の中心に合致する。重心Wがクランクピン5の中心に近いほど、2次振動成分およびさらに高次の振動成分が低減する。



- 1...ピストン
- 2...ピストンピン
- 3...アッパリンク
- 4...クランクピン
- 5...ロアリンク
- 6A...本体部
- 6B...キャップ部
- 7...第1連結ピン
- 8...第2連結ピン
- 9...コントロールリンク
- 10...コントロールシャフト

【特許請求の範囲】

【請求項1】 ピストンにピストンピンを介して一端が連結されたアッパリンクと、このアッパリンクの他端に第1連結ピンを介して連結され、かつクランクシャフトのクランクピンに連結されたロアリンクと、上記ロアリンクに第2連結ピンを介して一端が連結されるとともに、他端が内燃機関本体に揺動可能に連結されたコントロールリンクと、を備えてなる内燃機関のピストンクランク機構において、

上記ロアリンクの重心が、第1、第2連結ピンの各中心とクランクピン中心とを結んだ三角形の内側に存在し、重心からクランクピン中心までの距離 r_c が、重心から第1連結ピンの中心までの距離 r_1 と、重心から第2連結ピンの中心までの距離 r_2 と、の少なくとも一方よりも小さいことを特徴とする内燃機関のピストンクランク機構。

【請求項2】 上記 r_c が、上記 r_1 よりも小さく、かつ上記 r_2 よりも小さいことを特徴とする請求項1記載の内燃機関のピストンクランク機構。

【請求項3】 上記 r_c が0であることを特徴とする請求項2記載の内燃機関のピストンクランク機構。

【請求項4】 上記の重心は、第1、第2連結ピンの重量を含めて定められることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の内燃機関のピストンクランク機構。

【請求項5】 上記第1、第2連結ピンに連結されるアッパリンク端部のボス部ならびにコントロールリンク端部のボス部の重量をさらに含めて上記の重心が定められることを特徴とする請求項4記載の内燃機関のピストンクランク機構。

【請求項6】 ピストンにピストンピンを介して一端が連結されたアッパリンクと、このアッパリンクの他端に第1連結ピンを介して連結され、かつクランクシャフトのクランクピンに連結されたロアリンクと、上記ロアリンクに第2連結ピンを介して一端が連結されるとともに、他端が内燃機関本体に揺動可能に連結されたコントロールリンクと、を備えてなる内燃機関のピストンクランク機構において、

第1、第2連結ピンの各中心とクランクピン中心とを結ぶ線分が三角形をなし、第1、第2連結ピンを含まないロアリンクの重心が、クランクピン中心を挟んで第1、第2連結ピンの反対側に位置し、第1、第2連結ピンの重量および各連結ピンに連結されるアッパリンク端部のボス部ならびにコントロールリンク端部のボス部の重量を含めたときの重心が、クランクピン中心により接近することを特徴とする内燃機関のピストンクランク機構。

【請求項7】 ピストン速度が最大となるストロークの中間位置において、上記第1連結ピンの速度が上記第2連結ピンの速度より大となることを特徴とする請求項1～6のいずれかに記載の内燃機関のピストンクランク機構。

【請求項8】 上記第1連結ピンの径が上記第2連結ピンの径よりも大きいことを特徴とする請求項1～7のいずれかに記載の内燃機関のピストンクランク機構。

【請求項9】 上記ロアリンクの第1連結ピン周辺部分の肉厚が、第2連結ピン周辺部分の肉厚よりも大きいことを特徴とする請求項1～8のいずれかに記載の内燃機関のピストンクランク機構。

【請求項10】 上記ロアリンクのクランクピン周辺部分の肉厚が、第1連結ピン周辺部分の肉厚よりも大きいことを特徴とする請求項1～8のいずれかに記載の内燃機関のピストンクランク機構。

【請求項11】 上記ロアリンクは、上記第1、第2連結ピンを含む本体部と、キャップ部とに、上記クランクピンの中心を通る平面に沿って2分割されており、クランクピンの両側に配置された複数のボルトによって両者が一体に組み立てられているとともに、各ボルトの軸線が、クランクピンと第1連結ピンとの間ならびにクランクピンと第2連結ピンとの間を通ることを特徴とする請求項1～10のいずれかに記載の内燃機関のピストンクランク機構。

【請求項12】 クランクピンと第2連結ピンとの間に、2本のボルトが配置されており、第2連結ピン寄りに位置する一方のボルトがクランクピン寄りに位置する他方のボルトよりも小径に構成されていることを特徴とする請求項11記載の内燃機関のピストンクランク機構。

【請求項13】 上記本体部およびキャップ部に、ボルト用の貫通孔がそれぞれ形成されており、本体部側から挿入されたボルトの先端が、キャップ部外側に配置されたナットに螺合していることを特徴とする請求項11または12に記載の内燃機関のピストンクランク機構。

【請求項14】 上記本体部に、上記ボルトの頭部を収容する凹部が形成されていることを特徴とする請求項11～13のいずれかに記載の内燃機関のピストンクランク機構。

【請求項15】 上記ボルトの頭部およびこれに対応する凹部は、クランクシャフト軸方向の寸法がクランクシャフト軸方向に直交する方向の寸法よりも相対的に小さな異形をなしていることを特徴とする請求項14記載の内燃機関のピストンクランク機構。

【請求項16】 上記キャップ部にボルト用の貫通孔が形成されているとともに、本体部に雌ネジ部が形成されており、キャップ部側から挿入されたボルトが上記雌ネジ部に螺合していることを特徴とする請求項11または12に記載の内燃機関のピストンクランク機構。

【請求項17】 上記キャップ部に、ナットもしくはボルトの頭部を受ける座部が、ボス状に突出して形成されていることを特徴とする請求項13または16に記載の内燃機関のピストンクランク機構。

【請求項18】 上記ロアリンクのアッパリンク側およ

びコントロールリンク側のボス部がそれぞれ二股状に構成されており、この二股状に分岐した一对のボス部によって両端が支持された第1、第2連結ピンを介して、一对のボス部の間に挟まれたアッパリンクおよびコントロールリンクが、それぞれ揺動可能に連結されていることを特徴とする請求項1～6のいずれかに記載の内燃機関のピストンクランク機構。

【請求項19】 上記第1連結ピンが上記アッパリンクのボス部に圧入されているとともに、上記第2連結ピンが、ロアリンクおよびコントロールリンクの双方に対し回転可能なフルフロート形式となっていることを特徴とする請求項1～6、請求項18のいずれかに記載の内燃機関のピストンクランク機構。

【請求項20】 上記ロアリンクは、上記第1連結ピンを含む第1ロアリンク部と、上記第2連結ピンを含む第2ロアリンク部とに、上記クランクピンの中心を通る平面に沿って2分割して構成されていることを特徴とする請求項1～10、請求項18、19のいずれかに記載の内燃機関のピストンクランク機構。

【請求項21】 上記第2ロアリンク部にボルト用の貫通孔が形成されているとともに、上記第1ロアリンク部に雌ネジ部が形成されており、第2ロアリンク部側から挿入されたボルトが上記雌ネジ部に螺合して、上記第1ロアリンク部と第2ロアリンク部とが一体に結合されていることを特徴とする請求項20記載の内燃機関のピストンクランク機構。

【請求項22】 上記第1ロアリンク部と上記第2ロアリンク部との分割面がクラッキングによる破断面となっていることを特徴とする請求項11、請求項20、請求項21のいずれかに記載の内燃機関のピストンクランク機構。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、内燃機関のピストンクランク機構、特に、複リンク式のピストンクランク機構に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の内燃機関の可変圧縮比機構として、複リンク式のピストンクランク機構を利用したものが提案されている（例えば1976年12月発行の「Product Engineering」第19頁、特開平9-228858号公報参照）。これは、ピストンにピストンピンを介して一端が連結されたアッパリンクと、このアッパリンクの他端に連結されるとともに、クランクシャフトのクランクピンに連結されたロアリンクと、上記ロアリンクと内燃機関本体とを連結して、ロアリンクの自由度を規制するコントロールリンクと、を備えており、上記コントロールリンクの揺動支点位置が運転条件に応じて制御される構成となっている。このものでは、コントロールリンクの揺動支点位置が変化する

と、ロアリンクの姿勢が変化し、これに伴ってピストンの上死点位置、ひいては圧縮比が変化する。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】このような複リンク式のピストンクランク機構においては、クランクピンが回転すると、ロアリンクがコントロールリンクとの連結点を支点として揺動し、クランクピンの変位を拡大してピストンに伝達するように機能する。従って、ロアリンクには、その曲げ方向に大きな燃焼荷重が作用する。

【0004】上記の特開平9-228858号公報には、アッパリンクとの連結点と、コントロールリンクとの連結点と、クランクピン中心とが、一直線上に配置された細長いロアリンクが開示されているが、実際には、このような構成では、曲げ方向に作用する荷重に対しロアリンクの強度を十分に確保することが難しい。

【0005】従って、上記の「Product Engineering」に開示されているように、アッパリンクとの連結点と、コントロールリンクとの連結点と、クランクピン中心とが、三角形の頂点にそれぞれ配置されたようなロアリンクの形状とならざるを得ない。

【0006】しかしながら、このように3つの点を略三角形形状に配置したロアリンクを用いた複リンク式のピストンクランク機構にあつては、ロアリンクの2次振動成分が新たに発生し、例えば自動車に搭載した場合に、車室内のこもり音が発生するなど、内燃機関の騒音振動特性が悪化する、という問題がある。

【0007】そこで、この発明は、ロアリンクの重心位置を適切に設定することにより、ロアリンクに起因する2次振動成分の悪化を回避することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】請求項1に係る発明は、ピストンにピストンピンを介して一端が連結されたアッパリンクと、このアッパリンクの他端に第1連結ピンを介して連結され、かつクランクシャフトのクランクピンに連結されたロアリンクと、上記ロアリンクに第2連結ピンを介して一端が連結されるとともに、他端が内燃機関本体に揺動可能に連結されたコントロールリンクと、を備えてなる内燃機関のピストンクランク機構において、上記ロアリンクの重心が、第1、第2連結ピンの各中心とクランクピン中心とを結んだ三角形の内側に存在し、重心からクランクピン中心までの距離 r_c が、重心から第1連結ピンの中心までの距離 r_1 と、重心から第2連結ピンの中心までの距離 r_2 と、の少なくとも一方よりも小さいことを特徴としている。つまり、クランクピン中心に近い位置に重心がある。重心がクランクピン中心に近いほど、ロアリンクに起因する2次振動成分は低減する。

【0009】請求項2に係る発明は、請求項1記載のものにおいて、上記 r_c が、上記 r_1 よりも小さく、かつ上記 r_2 よりも小さいことを特徴としている。

【0010】請求項3に係る発明は、さらに、上記rcが0であることを特徴としている。つまり、ロアリンクの重心位置がクランクピン中心に合致している。

【0011】請求項4に係る発明は、上記の重心が、第1、第2連結ピンの重量を含めて定められることを特徴としている。

【0012】請求項5に係る発明は、上記第1、第2連結ピンに連結されるアッパリンク端部のボス部ならびにコントロールリンク端部のボス部の重量をさらに含めて上記の重心が定められることを特徴としている。つまり、実際に運動する部分の等価質量に基づいて重心が定められる。

【0013】請求項6に係る発明は、ピストンにピストンピンを介して一端が連結されたアッパリンクと、このアッパリンクの他端に第1連結ピンを介して連結され、かつクランクシャフトのクランクピンに連結されたロアリンクと、上記ロアリンクに第2連結ピンを介して一端が連結されるとともに、他端が内燃機関本体に揺動可能に連結されたコントロールリンクと、を備えてなる内燃機関のピストンクランク機構において、第1、第2連結ピンの各中心とクランクピン中心とを結ぶ線分が三角形をなし、第1、第2連結ピンを含まないロアリンクの重心が、クランクピン中心を挟んで第1、第2連結ピンの反対側に位置し、第1、第2連結ピンの重量および各連結ピンに連結されるアッパリンク端部のボス部ならびにコントロールリンク端部のボス部の重量を含めたときの重心が、クランクピン中心により接近することを特徴としている。つまり、各連結ピンやボス部の重量を考慮した状態において重心位置が適切なものとなるように、ロアリンク単体での重心位置が設定されている。ここで各連結ピンやボス部の重量を含めたときの重心が、クランクピン中心と合致することが望ましい。

【0014】請求項7に係る発明は、ピストン速度が最大となるストロークの中間位置において、上記第1連結ピンの速度が上記第2連結ピンの速度より大となることを特徴としている。これにより、ロアリンクがクランクピンの変位を拡大してピストンに伝達し得るものとなる。

【0015】請求項8に係る発明は、上記第1連結ピンの径が上記第2連結ピンの径よりも大きいことを特徴としている。第1連結ピンは、アッパリンクから大きな燃焼荷重を受ける。これに対し、揺動支点として機能する第2連結ピンに作用する荷重は比較的小さい。

【0016】請求項9に係る発明は、上記ロアリンクの第1連結ピン周辺部分の肉厚が、第2連結ピン周辺部分の肉厚よりも大きいことを特徴としている。

【0017】請求項10に係る発明は、上記ロアリンクのクランクピン周辺部分の肉厚が、第1連結ピン周辺部分の肉厚よりも大きいことを特徴としている。

【0018】このように各部を肉厚を適切にすることに

より、軽量化を図りつつ、重心位置をクランクピン中心に近づけることができる。

【0019】請求項11に係る発明は、上記ロアリンクは、上記第1、第2連結ピンを含む本体部と、キャップ部とに、上記クランクピンの中心を通る平面に沿って2分割されており、クランクピンの両側に配置された複数のボルトによって両者が一体に組み立てられているとともに、各ボルトの軸線が、クランクピンと第1連結ピンとの間ならびにクランクピンと第2連結ピンとの間を通ることを特徴としている。

【0020】ロアリンクをクランクピンに組み付けるためには、クランクピン中心を通る平面に沿ってロアリンクを分割して構成する必要があるが、このように一方の本体部に第1、第2連結ピンが含まれるように構成すれば、燃焼荷重が主に本体部を介してクランクピンに伝達され得るようになり、分割面に大きな剪断方向の力が作用することがない。

【0021】請求項12に係る発明は、クランクピンと第2連結ピンとの間に、2本のボルトが配置されており、第2連結ピン寄りに位置する一方のボルトがクランクピン寄りに位置する他方のボルトよりも小径に構成されていることを特徴としている。クランクピンと第2連結ピンとの間の距離が大きい場合には、このように2本のボルトを設ける必要が生じるが、この場合に、クランクピンから離れた方を相対的に細くすることで、重心位置をクランクピン寄りに確保しやすくなる。

【0022】請求項13に係る発明は、請求項11または12に記載のものにおいて、上記本体部およびキャップ部に、ボルト用の貫通孔がそれぞれ形成されており、本体部側から挿入されたボルトの先端が、キャップ部外側に配置されたナットに螺合していることを特徴としている。上記ナットは、キャップ部側から、つまりシリンダブロック底面側から締め付けることが可能である。

【0023】請求項14に係る発明は、さらに、上記本体部に、上記ボルトの頭部を収容する凹部が形成されていることを特徴としている。ボルト頭部が上記凹部に収容されることで、重心がクランクピン寄りとなる。

【0024】請求項15に係る発明は、請求項14のものにおいて、上記ボルトの頭部およびこれに対応する凹部は、クランクシャフト軸方向の寸法がクランクシャフト軸方向に直交する方向の寸法よりも相対的に小さな異形をなしていることを特徴としている。例えば、楕円形、長円形、長方形などに形成される。このように異形とすれば、ボルト頭部と凹部との嵌合によってボルトの回り止めがなされる。特に、クランクシャフト軸方向の寸法を小さくすることで、ロアリンクの肉厚を増大させずに凹部を設けることが可能となる。それだけ、重心がクランクピン寄りとなる。

【0025】請求項16に係る発明は、請求項11または12に記載のものにおいて、上記キャップ部にボルト

用の貫通孔が形成されているとともに、本体部に雄ネジ部が形成されており、キャップ部側から挿入されたボルトが上記雄ネジ部に螺合していることを特徴としている。この場合、上記ボルトは、キャップ部側から、つまりシリンダブロック底面側から締め付けることが可能である。

【0026】請求項17に係る発明は、上記キャップ部に、ナットもしくはボルトの頭部を受ける座部が、ボス状に突出して形成されていることを特徴としている。この座部の形成によって、ロアリンクの重心位置がキャップ部側に近付き、クランクピン中心に一層近く確保しやすくなる。

【0027】さらに請求項18に係る発明は、上記ロアリンクのアップリンク側およびコントロールリンク側のボス部がそれぞれ二股状に構成されており、この二股状に分岐した一対のボス部によって両端が支持された第1、第2連結ピンを介して、一対のボス部の間に挟まれたアップリンクおよびコントロールリンクが、それぞれ揺動可能に連結されていることを特徴としている。

【0028】ロアリンクとアップリンク、あるいはロアリンクとコントロールリンクとを、大きな燃焼荷重に耐えうように十分な剛性でもって連結するためには、いずれか一方の端部を二股状に構成するとともに他方の端部をその間に挟み込むように組み合わせることが望ましいが、アップリンクあるいはコントロールリンクの端部を二股状とすると、その二股状部分のみならずリンクのロッド部分に連続する部分の厚肉化によって、各リンクの大きな重量増加を伴う。これに対し、ロアリンク側を二股状とすれば、ロアリンク自体は重量増加するものの、アップリンクやコントロールリンクの重量増加は回避でき、その運動に起因する振動の点で有利となる。そして、ロアリンクの重量増加は、前述したように、その重心位置を適宜に設定することにより、その悪影響を最小限に抑制可能である。

【0029】請求項19に係る発明は、上記第1連結ピンが上記アップリンクのボス部に圧入されているとともに、上記第2連結ピンが、ロアリンクおよびコントロールリンクの双方に対し回転可能なフルフロート形式となっていることを特徴としている。上述したように、第1連結ピンは大きな燃焼荷重を受けることから相対的に大径のものとなるが、これをアップリンクのボス部に圧入することで、該アップリンクのボス部の外形が小さくなり、これを受けるロアリンクの二股状に分岐した部分の底部とクランクピン用のピン孔との間の距離が、相対的に大きく確保される。また、第2連結ピンを、ロアリンクおよびコントロールリンクの双方に、ブッシュを介してフルフロート形式で支持するようにすれば、圧入に比べて軸受面の許容面圧が高くなるため、第2連結ピンの小径化が可能である。

【0030】次に、請求項20に係る発明では、上記ロ

アリンクは、上記第1連結ピンを含む第1ロアリンク部と、上記第2連結ピンを含む第2ロアリンク部とに、上記クランクピンの中心を通る平面に沿って2分割して構成されている。この場合、ロアリンクに大きな荷重が作用するときには、クランクピン孔が分割面に平行に引張力を受けるようになり、クランクピン孔の両側に位置する一対のボルトの内側つまりクランクピン孔周縁には、圧縮力が作用する。そのため、必要なボルト軸力は小さくなる。

【0031】さらに、請求項21に係る発明では、上記第2ロアリンク部にボルト用の貫通孔が形成されているとともに、上記第1ロアリンク部に雄ネジ部が形成されており、第2ロアリンク部側から挿入されたボルトが上記雄ネジ部に螺合して、上記第1ロアリンク部と第2ロアリンク部とが一体に結合されている。これにより、第1ロアリンク部における第1連結ピン周辺の強度確保が容易となり、クランクピンと第1連結ピンとの間での応力集中が回避される。

【0032】また、請求項22に係る発明は、上記第1ロアリンク部と上記第2ロアリンク部との分割面がクラッキングによる破断面となっていることを特徴としている。すなわち、ロアリンクを鋳造等により一体に形成した後に、第1ロアリンク部と第2ロアリンク部とに破断する。このようなクラッキングによる破断面とすれば、分割面に平行な方向への滑りが生じないため、ボルトに作用する剪断力がより小さくなる。特に、ロアリンクでは、大きな分割面が存在するので、非常に有効なものとなる。

【0033】

【発明の効果】この発明によれば、第1、第2連結ピンの中心とクランクピン中心とが三角形の頂点に配置されたロアリンクとなるため、強度的に優れたものとなるとともに、その重心位置をクランクピン中心に近付けることにより、ロアリンクに起因する2次振動成分を低減できる。従って、この種の複リンク式ピストンクランク機構を用いた内燃機関の騒音振動性能が向上する。

【0034】特に請求項6のように、第1、第2連結ピンやボス部の重量を見込んで予めロアリンク単体での重心位置が反対側に位置するようにすれば、実際の運転時におけるロアリンクの重心位置がクランクピン中心に近いものとなり、2次振動成分を確実に低減できる。

【0035】また、請求項8～10の発明によれば、アップリンクから伝達される燃焼荷重に対する強度確保と、ロアリンク全体の軽量化と、を図りつつ、ロアリンクの重心位置を適正化することができる。

【0036】また、請求項11の発明によれば、第1、第2連結ピンを一方の本体部に含めることで、ロアリンクの強度確保が容易となり、かつボルトに大きな剪断力が作用しない。従って、重心位置を最適化しつつロアリンク全体を軽量化できる。

【0037】また、請求項12の発明によれば、2本のボルトの径を異ならせることで、各部に必要なボルト軸力を確保しつつ重心位置がクランクピン中心から離れることを抑制できる。

【0038】また、請求項13～17の発明によれば、ボルトの配置の適正化により、組立作業の作業性を確保しつつロアリンクの重心位置をクランクピン中心に近付けることが可能となる。

【0039】さらに、請求項7の発明によれば、クランクピンの回転半径に対しピストン行程を拡大する作用が大きき得られる。従って、所定のピストン行程を得るために必要なクランクピン回転半径を小さくできる。

【0040】さらに、請求項18の発明によれば、アッパリンクやコントロールリンク側を二股状とする場合に比べて、アッパリンクやコントロールリンクの軽量化が図れ、これらの運動に起因する振動成分を低減できる、また、請求項19の発明によれば、ロアリンクの第1連結ピンとクランクピンとの間の部分の強度を高く確保できると同時に第2連結ピンを小径化して軽量化することができ、ロアリンクの実質的な重心位置をクランクピン中心により近づけることができる。

【0041】また、請求項20の発明によれば、必要なボルト軸力が小さくなり、ボルトの小径化が可能であり、ロアリンク全体を一層軽量化することができる。

【0042】請求項21の発明によれば、大きな荷重が作用する第1連結ピンを備えた第2ロアリンク部側の構成が単純化され、該第1連結ピンとクランクピンとの間での応力集中が回避される。従って、ロアリンク全体を一層軽量化することができる。

【0043】さらに、請求項22の発明によれば、分割面をクラッキングによる破断面とすることで、第1ロアリンク部と第2ロアリンク部との確実な位置決めが行えると同時に、ボルトの剪断力が小さくなり、ボルトの小径化が可能となる。

【0044】

【発明の実施の形態】以下、この発明の好ましい実施の形態を図面に基いて詳細に説明する。

【0045】図1は、この発明に係る内燃機関のピストンクランク機構の一実施例を示す構成説明図である。なお、この図は、ピストンクランク機構のリンク構成を主に示しており、従って、各部材の寸法比等は一部誇張して描かれている。

【0046】このピストンクランク機構は、可変圧縮比機構として機能するように構成されたものであって、ピストン1にピストンピン2を介して一端が連結されたアッパリンク3と、このアッパリンク3の他端に第1連結ピン7を介して揺動可能に連結されるとともに、クランクシャフト4のクランクピン5に連結されたロアリンク6と、一端が上記ロアリンク6に第2連結ピン8を介して連結されるとともに、他端が内燃機関本体に連結され

て、ロアリンク6の自由度を規制するコントロールリンク9と、を備えている。上記ピストン1は、図示せぬシリンダ内を上下に揺動し、燃焼室を画成している。上記コントロールリンク9の他端は、詳しくは、シリンダブロック（図示せず）下部に配置したコントロールシャフト10の偏心カム部10Aに揺動可能に支持されており、上記偏心軸部10Aの回転位置によってコントロールリンク9下端の揺動支点位置が変化し、これに伴ってピストンの上死点位置、ひいては圧縮比が変化する構成となっている。なお、上記クランクシャフト4は、図の反時計回り方向に回転する。

【0047】上記ロアリンク6は、後述するように、クランクピン5の中心を通る平面に沿って本体部6Aとキャップ部6Bとに2分割されており、後述のボルトによって組み立てられている。

【0048】上記ロアリンク6においては、クランクピン5と第1、第2連結ピン7、8とが三角形の頂点に位置するように配置されている。なお、図中の太い実線は、いわゆるスケルトン図として各リンクを示したものである。また、図において、点Wは、ロアリンク6の重心位置を示している。この重心Wは、クランクピン5の中心と第1、第2連結ピン7、8の各中心とを結んだ三角形の内側に存在し、かつクランクピン5の中心から重心Wまでの距離を r_c 、第1、第2連結ピン7、8の中心までの距離をそれぞれ r_1 、 r_2 とすると、 $r_c < r_1$ でかつ $r_c < r_2$ の関係が成り立つ。特に、 r_c が0つまり重心Wがクランクピン5の中心に合致していることが望ましい。ここで、上記の重心Wは、第1、第2連結ピン7、8の重量ならびにアッパリンク3およびコントロールリンク9の端部のボス部の重量を含めた等価慣性重量から求めたものである。これらを除いたロアリンク6単体での重心は、クランクピン5の中心を挟んで第1、第2連結ピン7、8の反対側にあり、第1、第2連結ピン7、8および各ボス部の重量を含めることによって、重心Wは、クランクピン5の中心により一層近づくようになっている。但し、ロアリンク6の単体での重心についても、 $r_c < r_1$ でかつ $r_c < r_2$ の関係が成り立つ。

【0049】また、ロアリンク6を含めたリンク構成は、ピストン1の速度が最大となるストロークの中間位置において、第1連結ピン7の速度がクランクピン5の速度よりも大きくなるように設定されている。つまり、ロアリンク6は、コントロールリンク9との接点となる第2連結ピン8を支点として揺動するレバーとして機能し、クランクピン5の動きが拡大されてアッパリンク3に伝達される。従って、必要なピストンストロークに比べてクランクピン5の回転半径を小さくすることができる。

【0050】図2～図4は、ロアリンク6の重心位置とピストンクランク機構において発生する振動との関係を

示したものであり、各図の左下のスケルトン図に示すように、図2は、重心Wがクランクピン5の中心から大きく離れている場合の振動特性、図3は、重心Wがクランクピン5の中心に比較的近い場合の振動特性、図4は、重心Wがクランクピン5の中心に合致している場合の振動特性、をそれぞれ示している。これらの図に明らかのように、重心Wがクランクピン5の中心に近付くほど、2次振動成分ならびにさらに高次の振動成分が低減する。

【0051】図5～図7は、ロアリンク6のより具体的な構成を示している。図示するように、ロアリンク6には、第1連結ピン7が嵌合する第1ピン孔21と、第2連結ピン8が嵌合する第2ピン孔22と、クランクピン5が嵌合する第3ピン孔23と、が設けられているが、第3ピン孔23の中心を通る平面に沿って本体部6Aとキャップ部6Bとに分割されており、かつ本体部6Aは、第1ピン孔21と第2ピン孔22を含んでいる。燃焼荷重は、アッパリンク3から第1連結ピン7を介してロアリンク6に伝達され、該ロアリンク6からクランクピン5に伝達されるのであるが、上記のような形に本体部6Aとキャップ部6Bとを分割すれば、主に単一部材となる本体部6Aを介して燃焼荷重が伝達されることになり、両者の接合面には、大きな荷重や剪断力が加わることがない。

【0052】図5に明らかなように、燃焼荷重を直接受ける第1連結ピン7の径は、揺動支点となる第2連結ピン8に比べて大径となっている。換言すれば、第2連結ピン8は可能な範囲で小径化されており、重心Wがクランクピン5から離れることを抑制している。また、図6に示すように、ロアリンク6の肉厚、特に第1ピン孔21から第2ピン孔22に亘るロアリンク6上部の肉厚は、第2ピン孔22周辺部分が薄く、第1ピン孔21周辺部分が厚く、かつ両者の中間部分では徐々に肉厚が変化している。これにより、第1連結ピン7とクランクピン5との間で十分な強度を確保できると同時に、第1連結ピン7に対し大きな軸受面積を確保できる。また、クランクピン5側を下部、第1、第2連結ピン7、8側を上部としたときの上下方向については、図7に示すように、下部つまりクランクピン5周辺部分が厚く、上部に向かうに従って徐々に薄肉となっている。これにより、前述したように、重心Wがクランクピン5の中心に近付けられている。

【0053】図8は、上記本体部6Aとキャップ部6Bとを結合するボルトの具体的な構成を示している。この例では、3本のボルト31、32、33が用いられており、クランクピン5と第1連結ピン7との間に1本のボルト31が、クランクピン5と第2連結ピン8との間に2本のボルト32、33が配置されている。ここで、クランクピン5を挟んで両側に略対称に配置されたボルト31、32は互いに同一の径であり、ボルト32よりも

第2連結ピン8寄りに位置するボルト33は、これらよりも小径に構成されている。また、この実施例では、本体部6Aおよびキャップ部6Bに、それぞれボルト用の貫通孔が形成されており、本体部6A側から挿入した各ボルト31、32、33の先端に、キャップ部6B側に配置したナット34、35、36がそれぞれ螺合している。

【0054】次に、図9および図10は、ボルトの異なる例を示すもので、この実施例では、3本のボルト31、32、33の頭部31a、32a、33aが、クランクシャフト4の軸方向と直交する方向に沿って細長い形状、例えば楕円形に構成されているとともに、本体部6Aの上端面に、これらの頭部31a、32a、33aに対応した形状の凹部37、38、39が形成されており、ここに頭部31a、32a、33aが嵌合している。つまり、頭部31a、32a、33aが突出することなく凹部37、38、39内に収容されている。そして、キャップ部6B側にナット34、35、36が配置されているが、このナット34、35、36を受ける座部40、41、42がボス状に突出して形成されている。従って、この実施例では、ボルト31、32、33が凹部37、38、39との嵌合で回り止めされるため、シリンダブロック下面側からナット34、35、36を容易に締め付けることができ、作業性が良好なものとなる。そして、頭部31a、32a、33aが本体部6A内に埋め込まれた状態になると同時に座部40、41、42がボス状が下方に突出するので、重心Wをクランクピン5の中心に近づける上で有利となる。なお、座部40、41、42の形成は、第3ピン孔23内周面と座面との間の距離（肉厚）を確保する上で有利となる。

【0055】また、図11は、ボルトのさらに異なる例を示すもので、この実施例では、キャップ部6B側に貫通孔が設けられているとともに、本体部6A側に雌ネジ部43、44、45が形成されている。ボルト31、32、33は、キャップ部6B側から挿入され、上記雌ネジ部43、44、45にそれぞれ螺合している。なお、キャップ部6Bには、図9の実施例と同様に、ボルト31、32、33の頭部を受ける座部40、41、42がボス状に形成されている。

【0056】この構成によれば、やはりシリンダブロック下面側からボルト31、32、33を容易に締め付けることができる。また、ボルト31、32、33がクランクピン5近傍に位置するようになるので、クランクピン5の中心に重心Wを近づける上で有利となる。なお、図示するように、本体部6Aに、雌ネジ部43、44、45に連続して孔を貫通させることにより、本体部6Aを軽量化することができる。

【0057】次に、図12～図14は、ロアリンク6の異なる実施例を示している。このロアリンク6は、前述

した実施例と同様に、第1連結ピン7を支持する第1ピン孔21と、第2連結ピン8を支持する第2ピン孔22と、クランクピン5が連結される第3ピン孔23と、を備えているが、図12に明らかなように、第1ピン孔21が形成される一方の端部が、二股状に構成され、第1ピン孔21が開口する一方の第1アーム部51と、該第1アーム部51間の第1凹部52と、を備えている。同様に、第2ピン孔22が形成される他方の端部も二股状に構成され、第2ピン孔22が開口する一方の第2アーム部53と、該第2アーム部53間の第2凹部54と、を備えている。従って、第1連結ピン7および第2連結ピン8は、それぞれ両端部が各アーム部51、53によって支持されるようになっており、図15に模式的に示したように、各凹部52、54に挟み込まれるように配置されたアッパリンク3およびコントロールリンク9が、第1連結ピン7および第2連結ピン8の中間部に揺動可能に支持される。

【0058】ここで、上記第1連結ピン7は、アッパリンク3のボス部に圧入されている。また、上記第2連結ピン8は、図示せぬブッシュを介して、第2ピン孔22およびコントロールリンク9のボス部ピン孔（図示せず）の双方に対し回転可能なフルフロート形式となっている。

【0059】また、この実施例では、上記ロアリンク6は、第1ピン孔21と第2ピン孔22とを結ぶ線に対し略直交する方向に沿って2分割されている。つまり、第1ピン孔21を含む第1ロアリンク部6Cと、第2ピン孔22を含む第2ロアリンク部6Dとに、第3ピン孔23の中心を通る平面からなる分割面55に沿って、分割されている。そして、図14に示すように、第3ピン孔23の両側に一方のボルト56が配置され、このボルト56によって、両者が一体化されている。ここで、上記第2ロアリンク部6Dに、ボルト56用の貫通孔が形成され、かつ第1ロアリンク部6Cに、雌ネジ部が形成されており、一方のボルト56は、第2ロアリンク部6D側から挿入され、先端部が第1ロアリンク部6Cの雌ネジ部に螺合している。

【0060】なお、上記ロアリンク6の重心位置の関係は、前述した実施例と基本的に変わりがない。

【0061】図16は、上記のように分割構成されたロアリンク6における各部の荷重の方向を説明するものであり、ピストン1から燃焼荷重が作用すると、第1ピン孔21および第2ピン孔22は下方へ力 f_1 、 f_2 を受け、第3ピン孔23は上方へ力 f_3 を受けるので、第3ピン孔23の周囲は、分割面55に平行な方向の引張力を受ける。そして、一方のボルト56の内側つまり第3ピン孔23寄りの部分においては、図示するように圧縮力が作用し、分割面55を開こうとする力は発生しない。従って、ボルト56に必要な軸力は比較的小さく、小径なボルト56の使用が可能である。この結果、ロア

リンク6全体を軽量化できる。

【0062】また、上記のようにボルト56の頭部が第2ロアリンク部6D側に配置されていることから、第1ロアリンク部6C側には、ボルト56の頭部やナットを受ける座部を設ける必要がなく、この座部による応力集中を回避できる。特に、図17に示すように、一般に、第3ピン孔23中心から第1ピン孔21中心までの距離 L_1 は、第3ピン孔23中心から第2ピン孔22中心までの距離 L_2 よりも小さく、かつ、第1ピン孔21の直径 d_1 は、第2ピン孔22の直径 d_2 よりも大きく、しかも、第1ピン孔21への荷重 f_1 が第2ピン孔22への荷重 f_2 よりも大きいので、第1ロアリンク部6C側に座部を設けることは好ましくない。

【0063】さらに、上記構成では、第1連結ピン7がアッパリンク3のボス部に圧入されているため、該アッパリンク3のボス部の外形寸法が小さくなり、これに伴って、アッパリンク3に対応する凹部52が小さくなる。つまり、図18に示すように、凹部52底面と第3ピン孔23との間の最小距離 L_3 を比較的大きく確保することが可能となる。これに対し、第2連結ピン8をフルフロート形式としたことにより、圧入に比べて許容面圧が向上するため該第2連結ピン8の径を小径化することが可能となり、第2連結ピン8を含めたロアリンク6全体の一層の軽量化が図れる。

【0064】次に、図19は、第1ロアリンク部6C側と第2ロアリンク部6Dとの分割面55を、クラッキングによる破断面とした実施例を示している。すなわち、ロアリンク6全体を鋳造等により一体に形成した後に、第1ロアリンク部6Cと第2ロアリンク部6Dとに破断してある。このようなクラッキングによる破断面とすれば、分割面55に平行な方向への滑りが抑制されるため、ボルト56に作用する剪断力が非常に小さくなり、また、第3ピン孔23の真円度も向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明に係るピストンクランク機構の構成説明図。

【図2】重心Wがクランクピン中心から離れている場合の振動特性図。

【図3】重心Wがクランクピン中心に近い場合の振動特性図。

【図4】重心Wがクランクピン中心に合致している場合の振動特性図。

【図5】ロアリンクの一実施例を示す正面図。

【図6】図5のA-A線に沿った断面図。

【図7】図5のB-B線に沿った断面図。

【図8】ボルトの構成を示したロアリンクの断面図。

【図9】ボルトの構成の他の実施例を示したロアリンクの断面図。

【図10】図9に示したロアリンクの平面図。

【図11】ボルトの構成のさらに他の実施例を示したロ

アリンクの断面図。

【図12】ロアリンクの異なる実施例を示す斜視図。

【図13】図12のロアリンクの正面図。

【図14】ボルトの配置を示す説明図。

【図15】このロアリンクとアッパリンクおよびコントロールリンクとの関係を示す平面図。

【図16】分割面に作用する力の説明図。

【図17】各ピン孔の距離等の説明図。

【図18】アッパリンク側の最小距離の説明図。

【図19】クラッキングによる分割面とした実施例のロアリンクの正面図。

【符号の説明】

1…ピストン

2…ピストンピン

3…アッパリンク

5…クランクピン

6…ロアリンク

6A…本体部

6B…キャップ部

6C…第1ロアリンク部

6D…第2ロアリンク部

7…第1連結ピン

8…第2連結ピン

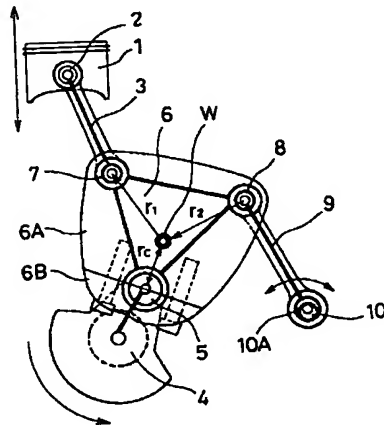
9…コントロールリンク

10…コントロールシャフト

55…分割面

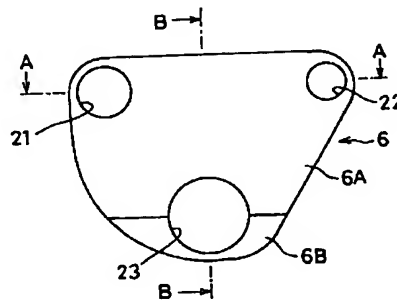
56…ボルト

【図1】

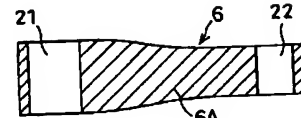


- 1…ピストン
- 2…ピストンピン
- 3…アッパリンク
- 5…クランクピン
- 6…ロアリンク
- 6A…本体部
- 6B…キャップ部
- 7…第1連結ピン
- 8…第2連結ピン
- 9…コントロールリンク
- 10…コントロールシャフト

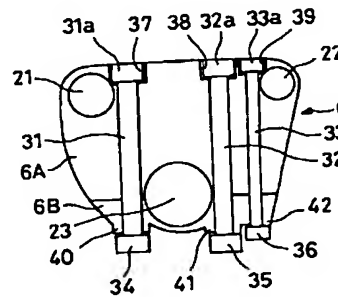
【図5】



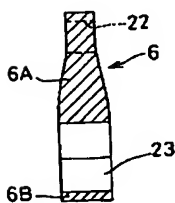
【図6】



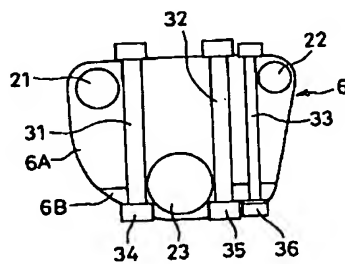
【図9】



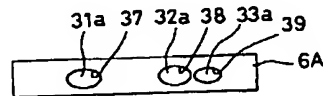
【図7】



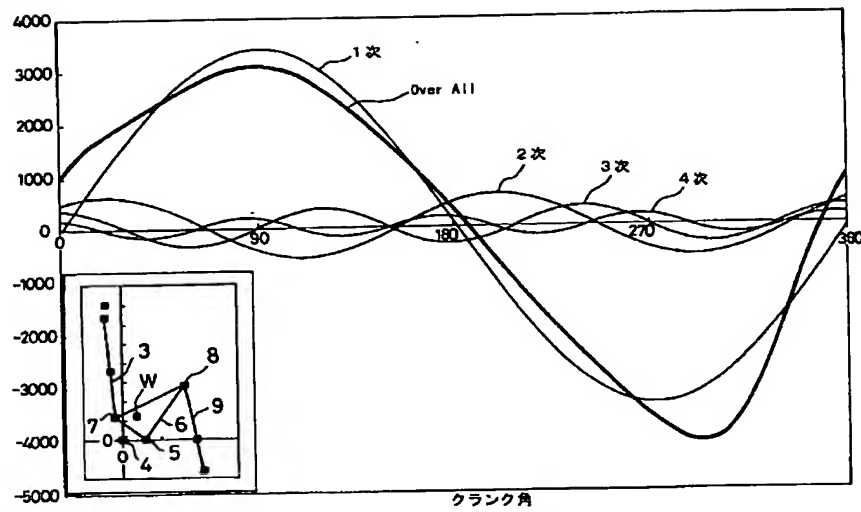
【図8】



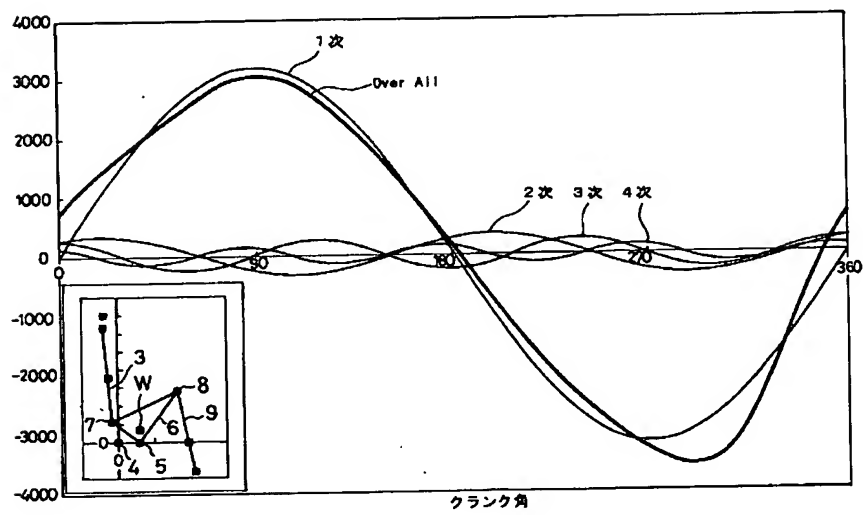
【図10】



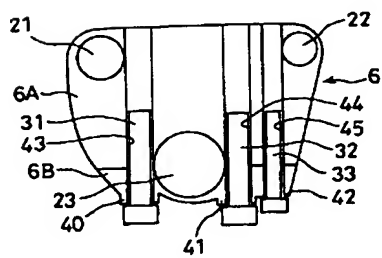
【図2】



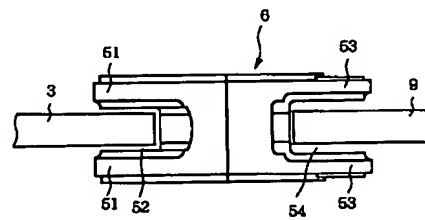
【図3】



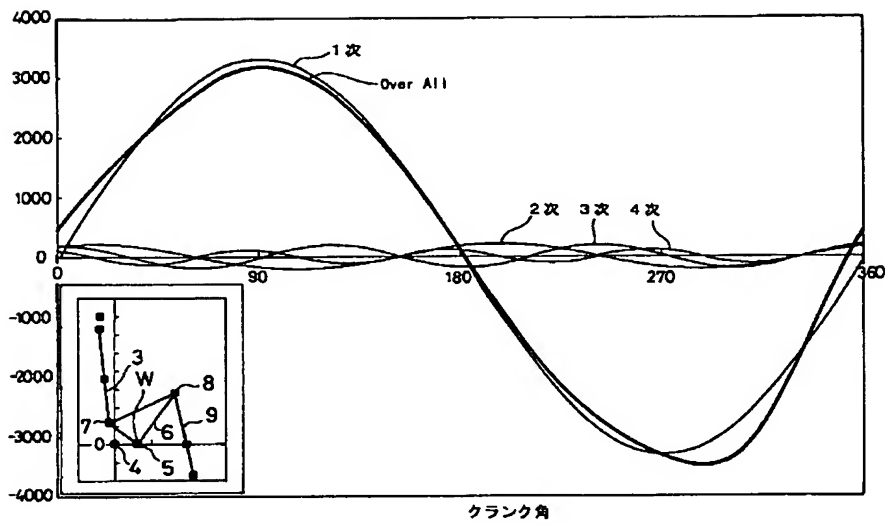
【図11】



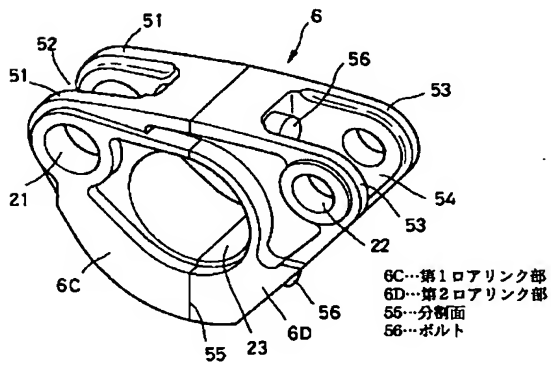
【図15】



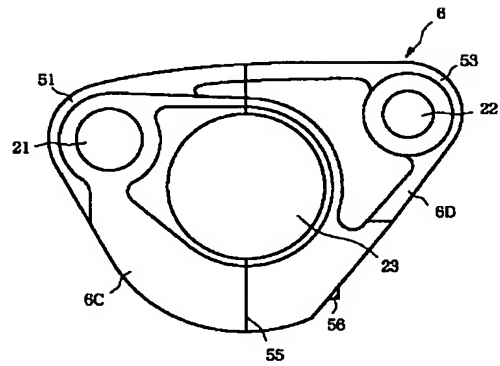
【図4】



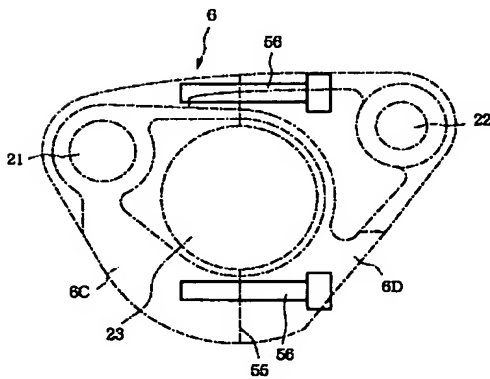
【図12】



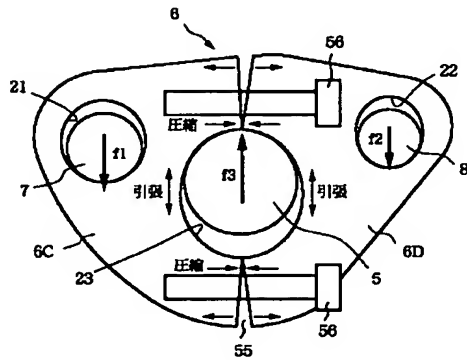
【図13】



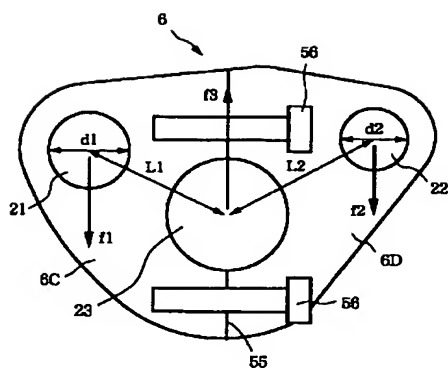
【図14】



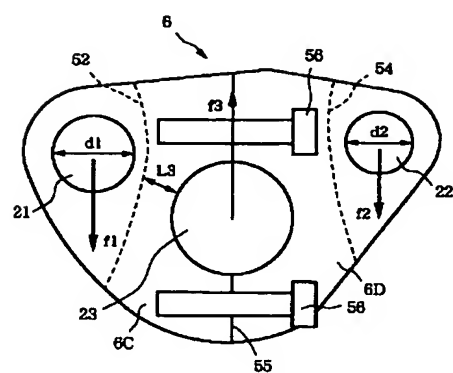
【図16】



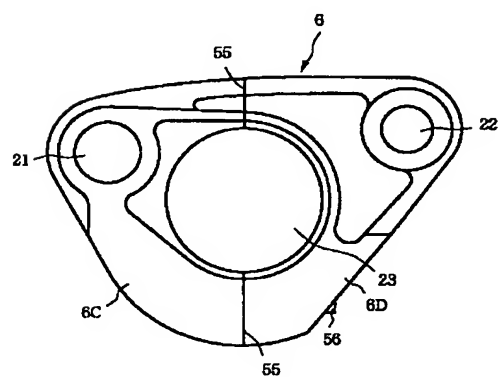
【図17】



【図18】



【図19】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

ターマード' (参考)

F 1 6 C 7/06

F 1 6 C 7/06

F 1 6 J 1/14

F 1 6 J 1/14

Fターム(参考) 3G092 AA12 DD06 EA25 EA27 FA14

FA49 FA50

3J033 AA04 BA02 BA06 BA13

3J044 AA05 AA06 CA25 DA09